

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SEKAT BETON VERTIKAL TERHADAP  
POTENSI SWELLING TANAH EKSPANSIF**



**DISUSUN OLEH :**

**NIMROD HAGAI KALO**

**D 111 10 286**

**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2016**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

KAMPUS TAMALANREA TELP. (0411) 587 636 FAX. (0411) 580 505 MAKASSAR 90245  
E-mail : sipil.unhas@yahoo.co.id

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul : " **Pengaruh Sekat Beton Vertikal Terhadap Potensi Swelling Tanah Ekspansif.**"

Disusun Oleh :

Nama : Nimrod Hagai Kalo

D111 10 286

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Makassar, 10 Mei 2016

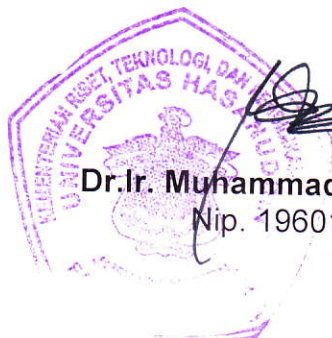
Pembimbing I

Pembimbing II

**Ir. H. Muh. Iskandar Maricar, MT.**  
Nip. 1953 0127 198403 1001

**Dr. Eng. Ardy Arsyad, ST.M.Eng.Sc.**  
Nip. 197607072005011002

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



**Dr.Ir. Muhammad Arsyad Thaha,MT**  
Nip. 19601231 198609 1 001

## **PENGARUH SEKAT BETON VERTIKAL TERHADAP POTENSI SWELLING TANAH EKSPANSIF**

**Nimrod Hagai Kalo**

*Mahasiswa S1 Jurusan Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km.6, Kab.Gowa  
Email: nimrod\_hagaikalo@yahoo.com*

**Ir. H. Muhammad Iskandar**

**Maricar, MT.**

*Pembimbing I  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km.6, Kab. Gowa*

**Dr. Eng. Ardy Arsyad, ST, M.**

**Eng. Sc**

*Pembimbing II  
Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas  
Hasanuddin  
Jl. Poros Malino Km.6, Kab. Gowa*

**ABSTRAK** : Tanah ekspansif merupakan tanah dengan kemampuan kembang-susut tinggi yang dipengaruhi oleh air. Akibat kemampuan kembang susut tanah ekspansif maka banyak jalan atau bangunan yang mengalami kerusakan. Salah satu penanggulangan adalah dengan menggunakan sekat untuk mereduksi air. Dengan menggunakan pemodelan fisik tanah ekspansif diberi perlakuan dengan memberi sekat beton vertikal untuk mereduksi rembesan yang terjadi sehingga potensi swelling pada tanah berkurang. Hasil yang diperoleh dari Tugas Akhir ini yaitu diperoleh kedalaman sekat beton mempegaruhi potensi swelling pada tanah. Pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 20 cm potensi swelling yang terjadi adalah 2,078%. Pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 35 cm potensi swelling yang terjadi adalah 1,029%. Sedangkan pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 50 cm potensi swelling yang terjadi adalah 0,38%.

**Kata kunci** : Tanah Ekspansif, Swelling, Sekat Beton Vertikal

**ABSTRACT** : Expansive soil is a soil with a highly expanding and shrinking ability that affected by water. The result of this soil ability makes many road and construction experience damage. One of the countermeasures was by using barrier to reduce the water that infiltrates the soil. By using physical modeling of the expansive soil that given a treatment with giving vertical concrete barrier to reduce the perks that happen, then the swelling potential that happen on the soil can be reduce. The results got from this research are valid data about the concrete barrier depth that could affect the swelling potential on the soil. On the model with concrete barrier depth as deep as 20 cm, swelling potential that happened on the soil is 2,078%. On the model with concrete barrier depth as deep as 35 cm, swelling potential that happened on the soil is 1,029%. While on the model with concrete barrier depth as deep as 50 cm, swelling potential that happened on the soil is 0, 38%.

**Keywords** : Expansive Soil, Swelling, Vertical Concrete Barrier

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **‘Pengaruh Sekat Beton Vertikal Terhadap Potensi Swelling Tanah Ekspansif’** sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa rampungnya tugas akhir ini berkat bantuan dari berbagai pihak, utamanya dosen pembimbing :

Pembimbing I : Ir. H. Muhammad Iskandar Maricar, MT

Pembimbing II : Dr. Eng. Ardy Arsyad, ST, M. Eng. Sc

Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Orang tua atas doa dan dukungan baik moril maupun materil.
2. Bapak Dr. Ing Ir. Wahyu H. Piarah, MS, ME., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT, selaku ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Bapak Muhammad Husni Maricar selaku mahasiswa S3 yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk bimbingan dan pengarahan dalam penelitian ini.
5. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2010 Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi perbaikan karya dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan Rahmat-Nya kepada kita, dan semoga Tugas Akhir ini berguna dan bermanfaat bukan hanya bagi penulis tetapi juga pembaca pada umumnya.

Makassar, Februari 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1    Latar Belakang.....	I-1
1.2    Rumusan Masalah .....	I-2
1.3    Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4    Batasan Masalah .....	I-3
1.5    Manfaat Penelitian.....	I-4
1.6    Sistematika Penulisan .....	I-4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>II-1</b>
2.1    Tanah Ekspansif .....	II-1
2.2    Prinsip Dasar Sifat Kembang-Susut Tanah Ekspansif .....	II-5

2.2.1	Mekanisme menyusut.....	II-5
2.2.2	Mekanisme mengembang.....	II-5
2.3	Aspek Geoteknik Tanah Ekspansif .....	II-7
2.4	Kapilaritas.....	II-10
2.5	Penelitian Terkait Terdahulu .....	II-12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	III-1
3.2	Kerangka Alir Penelitian .....	III-1
3.3	Penyiapan Bahan dan Alat.....	III-3
3.3.1	Persiapan tanah.....	III-3
3.3.2	Persiapan alat pengujian .....	III-4
3.4	Desain Pemodelan Fisik .....	III-5
3.5	Pengamatan Model .....	III-7
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Hasil Pengujian Sifat Indeks Tanah .....	IV-1
4.2	Identifikasi Mineral Lempung dengan X-Ray Diffraction .....	IV-4
4.3	Hasil Pengamatan Model Fisik.....	IV-8
4.3.1	Hasil pengamatan model dengan sekat beton sedalam 20 cm	

.....	IV-8
4.3.1 Hasil pengamatan model dengan sekat beton sedalam 35 cm	
.....	IV-10
4.3.1 Hasil pengamatan model dengan sekat beton sedalam 50 cm	
.....	IV-13
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran .....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan <i>liquid limit</i> .....	II-8
Tabel 2.2	Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan <i>plasticity index</i> .....	II-9
Tabel 2.3	Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan parameter lainnya .....	II-9
Tabel 2.4	Penelitian terdahulu yang berkaitan .....	II-17
Tabel 4.1	Hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah.....	IV-2
Tabel 4.2	Kandungan mineral dan bukan mineral lempung (sampel 1) .....	IV-6
Tabel 4.3	Kandungan mineral dan bukan mineral lempung (sampel 2) .....	IV-6
Tabel 4.4	Karakteristik mineral lempung.....	IV-7
Tabel 4.5	Ketinggian rembesan dan swelling pada model dengan sekat 20 cm .....	IV-9
Tabel 4.6	Ketinggian rembesan dan swelling pada model dengan sekat 35 cm ....	IV-11
Tabel 4.7	Ketinggian rembesan dan swelling pada model dengan sekat 50 cm ....	IV-14

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Mekanisme kerusakan jalan akibat kembang-susut tanah dasar ..	II-5
Gambar 2.2	Osmosis pada lapisan ganda tanah lempung ekspasif .....	II-6
Gambar 2.3	Skema diagram kembang tanah.....	II-7
Gambar 3.1	Kerangka Prosedur Penelitian .....	III-2
Gambar 3.2	Model dengan sekat beton kedalaman 20 cm.....	III-5
Gambar 3.3	Model dengan sekat beton kedalaman 35 cm.....	III-6
Gambar 3.4	Model dengan sekat beton kedalaman 50 cm.....	III-6
Gambar 4.1	Distribusi ukuran partikel tanah.....	IV-3
Gambar 4.2	Grafik hasil pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> yang pertama .....	IV-5
Gambar 4.3	Grafik hasil pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> yang kedua .....	IV-5
Gambar 4.4	Rembesan air pada model dengan sekat sedalam 20 cm .....	IV-8
Gambar 4.5	Grafik hubungan ketinggian air dan jarak tempuh pada saat tertentu untuk model dengan sekat sedalam 20 cm .....	IV-9
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara ketinggian air dan waktu perembesan pada titik pengamatan tertentu untuk model dengan sekat 20 cm .....	IV-10
Gambar 4.7	Grafik laju pengembangan tanah pada tanah untuk model dengan sekat sedalam 20 cm .....	IV-10
Gambar 4.8	Rembesan air pada model dengan sekat sedalam 35 cm .....	IV-11

Gambar 4.9	Grafik hubungan ketinggian air dan jarak tempuh pada saat tertentu untuk model dengan sekat sedalam 35 cm .....	IV-12
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara ketinggian air dan waktu perembesan pada titik pengamatan tertentu untuk model dengan sekat 35 cm .....	IV-12
Gambar 4.11	Grafik laju pengembangan tanah pada tanah untuk model dengan sekat sedalam 35 cm .....	IV-13
Gambar 4.12	Rembesan air pada model dengan sekat sedalam 50 cm .....	IV-13
Gambar 4.13	Grafik hubungan ketinggian air dan jarak tempuh pada saat tertentu untuk model dengan sekat sedalam 50 cm .....	IV-14
Gambar 4.14	Grafik hubungan antara ketinggian air dan waktu perembesan pada titik pengamatan tertentu untuk model dengan sekat 50 cm .....	IV-15
Gambar 4.15	Grafik laju pengembangan tanah pada tanah untuk model dengan sekat sedalam 50 cm .....	IV-15
Gambar 4.16	Perbedaan ketinggian akhir air pada model dengan variasi kedalaman sekat beton .....	IV-16
Gambar 4.17	Grafik perbedaan potensi pengembangan dengan variasi kedalaman sekat beton .....	IV-17

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Dalam melakukan suatu pembangunan baik itu pembangunan jalan, pembangunan gedung dan bangunan lainnya, hal pertama yang dilakukan adalah mengetahui kondisi tanah dimana pembangunan tersebut akan dilakukan. Hal ini dilakukan guna mengetahui apakah kondisi tanah tersebut cocok atau tidak dengan bangunan yang akan dibangun di atasnya. Tanah yang kurang baik tentunya akan memberikan dampak yang buruk terhadap bangunan yang akan dibangun di atasnya.

Ada berbagai macam jenis tanah, salah satunya adalah tanah ekspansif. Tanah ekspansif merupakan tanah yang mempunyai potensi kembang susut akibat perubahan kadar air. Tanah ekspansif dapat menjadi masalah yang serius bila tidak ditangani dengan baik, karena tanah dasar yang bersifat ekspansif dapat menyebabkan bangunan atau struktur lainnya yang berada di atasnya terangkat apabila kadar airnya meningkat. Sebaliknya, disaat tanah ekspansif mengalami penurunan kadar air maka akan menyebabkan bangunan atau struktur lainnya yang berada di atasnya mengalami penurunan.

Untuk menjaga keadaan tanah ekspansif diperlukan pengendalian kadar air pada tanah tersebut dengan menggunakan beberapa cara, salah satu cara yang

digunakan adalah dengan menggunakan *barrier* untuk mencegah atau paling tidak mereduksi air bebas maupun air tanah masuk ke dalam struktur tanah sehingga swelling yang terjadi pada tanah ekspansif bisa berkurang.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh kedalaman *barrier* yang dipasang vertikal terhadap potensi swelling yang terjadi pada tanah ekspansif. *Barrier* yang digunakan dalam penelitian ini berupa sekat beton yang dipasang vertikal untuk mereduksi tinggi kenaikan air kapiler yang terjadi pada tanah ekspansif. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam mengatasi permasalahan tanah ekspansif.

## **1.2 Rumusan Masalah :**

Dari latar belakang masalah diatas, maka dibuat rumusan masalah :

1. Bagaimana kondisi atau karakteristik tanah ekspansif?
2. Bagaimana pengaruh kedalaman sekat beton terhadap potensi *swelling* yang terjadi pada tanah ekspansif?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian :**

1. Mencari karakteristik tanah ekspansif.
2. Mencari pengaruh kedalaman sekat beton terhadap potensi *swelling* pada tanah ekspansif.

### **1.3.2 Tujuan Penelitian :**

1. Mengetahui karakteristik tanah ekspansif.
2. Memperoleh pengaruh kedalaman sekat beton terhadap potensi *swelling* pada tanah ekspansif.

### **1.4 Batasan Masalah :**

Adapun batasan masalah yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian terbatas pada percobaan laboratorium.
2. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pemodelan fisik.
3. Sekat beton dianggap tidak tembus air dan tetap pada tempatnya.
4. Penelitian hanya terbatas pada mencari karakteristik tanah ekspansif dan pengaruh kedalaman sekat beton terhadap *swelling* tanah ekspansif

### **1.5 Manfaat Penelitian :**

Manfaat dari penelitian ini ialah hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu pertimbangan dalam mengatasi permasalahan tanah ekspansif.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Gambaran umum mengenai isi penelitian ini, dapat dituliskan secara singkat sebagai berikut :

### **1. BAB I Pendahuluan**

Dijelaskan latar belakang penelitian ini dilakukan, rumusan masalah menjelaskan permasalahan yang perlu diamati dan dilaksanakan, tujuan penelitian ini dilakukan, ruang lingkup sebagai batasan dalam penulisan, manfaat penelitian menjelaskan poin keluaran penelitian serta sistematika penulisan tentang pengenalan isi per bab dalam penulisan ini.

### **2. BAB II Tinjauan Pustaka**

Memaparkan teori dasar, gambaran kerangka pikir penulisan, serta materi-materi sehubungan dengan judul penulisan.

### **3. BAB III Metodologi Penelitian**

Menerangkan teknis penelitian yang dilakukan.

### **4. BAB IV Hasil dan Pembahasan**

Menyajikan data hasil penelitian dan analisis data itu sendiri untuk mencapai hasil penelitian.

## 5. BAB V Penutup

Berisikan simpulan hasil analisis data penelitian dan saran sebagai hasil pandangan penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan tujuan penelitian.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah Ekspansif**

Tanah ekspansif dalam definisi yang sederhana, adalah tanah atau batuan yang mempunyai kemampuan untuk mengembang dan menyusut (*srink-swell phenomena*) akibat perubahan kondisi airnya. Jika terjadi pembebanan di atas tanah dengan jenis seperti ini, misalnya oleh suatu konstruksi ringan dan jalan raya, maka akan banyak menimbulkan kerugian. Volume tanah yang mengembang saat basah dan menyusut saat kering akan mengakibatkan bangunan cepat rusak, baik oleh pergeseran, pendorongan, maupun kenaikan konstruksi bangunan. Tanah ekspansif yang mengembang akibat kadar air yang tinggi akan mengalami kehilangan kekuatan atau daya dukungnya dan akan menyebabkan kerusakan pondasi atau keruntuhan lereng.

Tidak ada cara yang dapat mengukur sifat pengembangan tanah secara langsung, oleh karena itu perlu dilakukan pembandingan antara nilai-nilai pengembangan tanah yang diukur pada suatu kondisi tertentu dalam menilai pengembangan tanah-tanah lainnya. Dengan mempertimbangkan mekanisme interaksi antara air dan mineral lempung yang terkandung dalam tanah ekspansif terlihat bahwa ada tiga komponen yang paling berperan dalam proses pengembangan tanah, yaitu mineral lempungnya, perubahan kadar air atau isapan air ke dalam material tanah (*suction*), dan tegangan yang bekerja pada tanah tersebut. Tipe mineral lempung merupakan komponen yang paling bertanggung

jawab dalam pembentukan sifat tanah berkenaan dengan ekspansifitasnya. Sedangkan perubahan kadar air atau isapan air ke dalam tanah adalah sebagai pengendali seberapa besar pengembangan yang dapat dicapai oleh tanah tersebut di bawah suatu tegangan tertentu yang bekerja padanya (C.S Gourley et al., 1993).

Permasalahan tanah ekspansif sudah terjadi sejak dulu dan mungkin terdapat diseluruh wilayah Indonesia, mulai dari Sumatra Utara sampai ke Irian Jaya (Mochtar, 1994). Walaupun jumlahnya belum dilaporkan, tetapi dari penelitian dan survey yang dilakukan oleh pihak Bina Marga serta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan, Departemen Pekerjaan Umum, diketahui bahwa kerusakan pada beberapa ruas jalan di pulau Jawa disebabkan oleh tanah ekspansif. Beberapa lokasi yang telah tercatat antara lain : ruas jalan Semarang - Demak -Kudus - Yogyakarta - Wates, jalan tol Jakarta - Cikampek, Dempet Godong, Ngawi - Caruban. Sedangkan di Jawa Timur, problem tanah ekspansif dapat dijumpai di sepanjang Pantai Utara (Pantura), dari Bojonegoro sampai Surabaya bagian barat (Mochtar, 1994).

Ada beberapa alternatif penanganan tanah ekspansif yang sering direkomendasikan, alternatif-alternatif tersebut antara lain :

#### a. Metode Penggantian Material

Metode penggantian material tanah ekspansif dengan mengganti seluruh atau sebagian tanah ekspansif sampai kedalaman tertentu, sehingga fluktuasi kadar air akan terjadi sekitar ketebalan tanah pengganti. Material tanah pengganti harus terdiri dari tanah yang non ekspansif agar tidak menimbulkan masalah

kembang-susut tanah lagi dibawah konstruksi. Penentuan tebal tanah yang akan diganti perlu mempertimbangkan besarnya kekuatan mengembang yang berlebihan sehingga berat sendiri tanah pengganti harus cukup mampu menahan gaya angkat tanah ekspansif di bawah material pengganti.

#### b. Metode Manajemen Air

Salah satu faktor pemicu perubahan volume tanah ekspansif adalah karena kurang berfungsinya sistem drainase bawah permukaan (*subdrain*). Sistem drainase berfungsi untuk mencegah aliran air bebas, menurunkan muka air tanah, dan memperkecil tekanan air pori di dalam struktur tanah pada saat menerima beban konstruksi.

#### c. Metode Stabilisasi

Metode stabilisasi tanah ekspansif bertujuan untuk menurunkan nilai indeks plastisitas dan potensi mengembang, yaitu dengan mengurangi persentase butiran halus atau kadar lempungnya.

#### d. Metode *Moisture Barrier*

*Moisture barrier* berfungsi untuk mencegah atau paling kurang untuk mereduksi air bebas maupun air tanah masuk ke dalam struktur tanah ekspansif sehingga kadar airnya dapat terjaga. *Moisture barrier* dapat ditempatkan secara horizontal maupun vertikal tergantung dari bagian tanah ekspansif yang kadar airnya akan dilindungi.

#### e. Metode Pembebanan

Pengembangan tanah ekspansif dapat dicegah dengan memberikan beban tambahan yang cukup besar untuk menahan *swelling pressure*. Cara ini dapat dilakukan untuk tanah lempung dengan ekspansifitas yang rendah sampai sedang.

Kelima metode alternatif yang sering diaplikasikan di atas masing-masing memiliki keunggulan-keunggulan dan kelemahan-kelemahan yang umumnya berkaitan dengan aspek biaya, *workability*, *durability*, dan *constructability*. Beberapa kelemahan yang sering dijumpai pada metode-metode di atas antara lain dapat dikemukakan sebagai berikut :

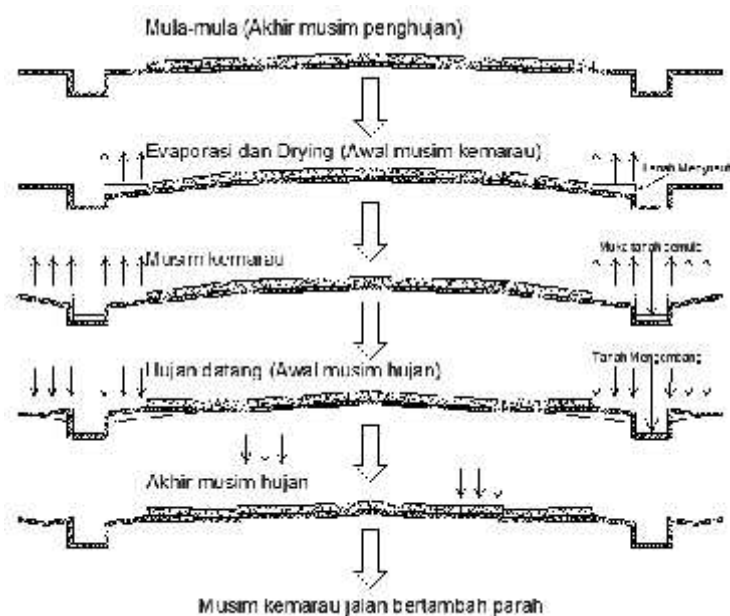
- a. Metode penggantian material, stabilisasi, dan pembebanan sulit dikerjakan dan tidak efektif jika lapisan tanah ekspansif relatif tebal.
- b. Jika tanah ekspansif yang ada relatif tebal maka penerapan metoda penggantian material, pembuatan *subdrain*, pembuatan *moisture barrier*, dan stabilisasi akan menghabiskan biaya yang relatif besar.
- c. Pembuatan *subdrain*, seperti *vertikal drain* dengan *sand column* sering tidak bertahan lama dan mengalami kegagalan akibat sistem drainase yang telah dibuat tersumbat.
- d. Metode *subdrain*, seperti *vertikal drain* dengan *sand column* sering tidak bertahan lama dan mengalami kegagalan akibat sistem drainase yang telah dibuat tersumbat.

- e. Metode *subdrain* dan metode pembebanan membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menghasilkan keseimbangan pada lapisan tanah ekspansif.

## 2.2 Prinsip Dasar Sifat Kembang - Susut Tanah Ekspansif

### 2.2.1 Mekanisme menyusut

Penyusutan di lapangan seperti terlihat pada Gambar 2.1, badan jalan menjadi rusak akibat kembang – susut yang terjadi pada tanah dasar. Penyusutan terjadi pada musim kemarau dengan terjadinya evaporasi air pori. Kembang susut tersebut terjadi berulang akibat siklus musim kemarau ke musim penghujan, sehingga kerusakan badan jalan menjadi semakin parah.

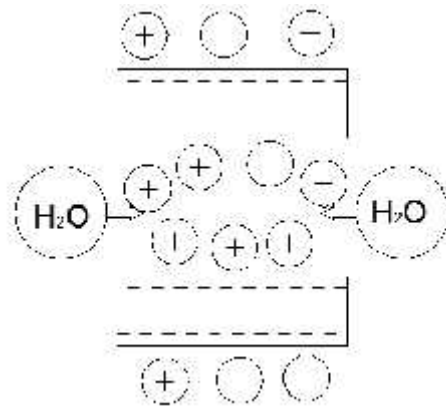


**Gambar 2.1** Mekanisme kerusakan jalan akibat kembang-susut tanah dasar

### 2.2.2 Mekanisme kembang

Proses kembang disebabkan oleh pergerakan air ke daerah interlayer. Partikel-partikel lempung memiliki permukaan yang bermuatan negatif. Kation menyerap ke dalam permukaan ini. Kation adalah interlayer, yang merupakan lapisan ganda pada permukaan lempung. Lapisan ganda ini dapat menarik air secara elektrik kemudian berada di sekitar partikel lempung yang dikenal sebagai lapisan air ganda seperti pada Gambar 2.2.

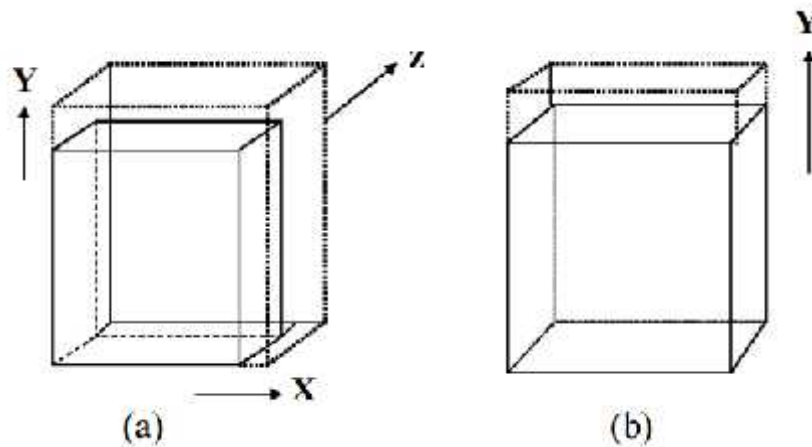
Pengaruh dari lapisan air ganda ini adalah ketika partikel berdekatan, maka lapisan air ganda setiap partikel mulai saling tumpang tindih, menyebabkan dua partikel lempung saling tolak menolak. Pengaruh tolak menolak yang lain adalah menyebabkan kembang pada tanah lempung.



**Gambar 2.2** Osmosis pada lapisan ganda tanah lempung ekspasif (Mitchell, 1992).

Mekanisme kembang pada tanah ekspansif di lapangan terjadi pada tiga dimensi atau yang dikenal dengan kembang volumetrik. Taboada (2003) dalam

Agus Tugas menyatakan ketika tanah dalam keadaan kering menjadi basah, tanah akan mengalami kembang volumetrik (Gambar 2.3a) karena tanah kering masih mengalami retak-retak yang masih terbuka. Pada tahap selanjutnya, setelah retak-retak tertutup akibat pembasahan atau meningkatnya kadar air dalam tanah lempung, maka kembang volumetrik tanah lempung hanya satu dimensi, menyebabkan naiknya permukaan tanah lempung (Gambar 2.3b).



**Gambar 2.3** Skema diagram kembang tanah (Taboada, 2003).

### 2.3 Aspek Geoteknik Tanah Ekspansif

Sistem klarifikasi tanah merupakan suatu metode yang secara sistematis mengkategorikan material-material tanah ke dalam berbagai grup dan subgroup sehubungan dengan possibilities perilaku fisik dan tekniknya tetapi tanpa dibarengi dengan uraian yang mendetail. Kebanyakan sistem klarifikasi tanah ini didasarkan pada besaran-besaran distribusi ukuran partikel, tekstur, batas-batas konsistensi,

kadar air, kepadatan, dan kandungan organiknya. Pengkategorian tersebut hampir tidak memiliki kriteria sama sekali untuk menilai ekspansifitas tanah.

Tanah ekspansif umumnya diklasifikasikan sebagai tanah yang memiliki daya kembang susut yang tinggi, hal ini diakibatkan oleh mineral-mineral ekspansif yang dikandungnya.

Sekarang telah banyak dilakukan penelitian yang bertujuan untuk metode serta kriteria sebagai indikator yang paling tepat dalam mengidentifikasi dan mengkarakterisasi tanah ekspansif baik di laboratorium maupun di lapangan. Indikator-indikator tersebut bisa dijadikan penilaian awal untuk memprediksi ekspansifitas tanah ekspansif. Kriteria-kriteria dan indikator tersebut antara lain :

1. Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan *liquid limit* sebagaimana dipublikasikan oleh Chen (1975) dan *Bureau of Indian Standards* (1987).

**Tabel 2.1** Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan *liquid limit*

Derajat Ekspansifitas	<i>Liquid limit (%)</i>	
	Chen	IS 1498
Rendah	<30	20-35
Sedang	30-40	35-50
Tinggi	40-60	50-70
Sangat tinggi	>60	70-90



2. Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan indeks plastisitas (*plasticity index*) seperti yang dikemukakan oleh Holtz dan Gibbs (1956), Chen(1975), serta *Bureau of Indian Standards* (1987).

**Tabel 2.2** Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan *plasticity index*

Derajat Ekspansifitas	<i>Plsticity Index (%)</i>		
	Holtz dan Gibbs	Chen	IS 1498
Rendah	<20	0-15	<12
Sedang	12-34	10-35	12-23
Tinggi	23-45	20-55	23-32
Sangat tinggi	>32	>35	>32

3. Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan parameter lainnya (kadar kaloid, batas jenuh (*shrinkage limit*), indeks kejenuhan (*shrinkage index*), dan indeks pengembangan bebas (*free swell index*, FSI)).

**Tabel 2.3** Prediksi ekspansifitas tanah berdasarkan parameter lainnya

Derajat Ekspansifitas	Kadar koloid (%)	<i>Shrinkage limit (%)</i>	<i>Shrinkage index (%)</i>	FSI (%)	Persen pengembangan dalam oedometer	
					Holtz & Gibbs	Seed, at al.
Rendah	<17	>13	<15	<50	<10	0-1,5
Sedang	12-27	8-18	15-30	50-100	10-20	1,5-5
Tinggi	18-37	6-12	30-60	100-200	20-30	5-25
Sangat tinggi	>27	<10	>60	>200	>30	>25

Rogers J. David, et al. (2004) menyimpulkan dalam penelitiannya bahwa tanah lempung anorganik plastisitas tinggi yang umumnya memiliki nilai batas cair di atas 50% dan indeks plastis di atas 30% biasanya mempunyai kemampuan pengembangan (*swelling*) yang besar.

Tanah tersusun dari berbagai tipe material, kebanyakan tidak bersifat ekspansif dengan hadirnya sejumlah mineral lempung yang bercampur di dalamnya menyebabkan tanah bersifat ekspansif. Jenis mineral lempung inilah yang bertanggung jawab terhadap ekspansifitas tanah, diantaranya adalah mineral *smectite, illite, montmorillonite, bentonite, beidellite, vermiculite, attapulgite, nontronite and chlorite*. Juga ada beberapa jenis garam sulfat yang cenderung bersifat ekspansif akibat perubahan temperatur. Material tanah yang mengandung sejumlah besar mineral-mineral ekspansif ini cenderung memiliki potensi ekspansifitas yang signifikan. Sedang material tanah yang mengandung mineral-mineral tersebut dengan porsi yang sedikit secara alamiah tidak bersifat ekspansif.

## **2.5 Kapilaritas**

Dalam fisika kapilaritas diartikan sebagai gejala naiknya zat cair melalui celah sempit atau pipa rambut. Celah sempit atau pipa rambut disebut sebagai pipa kapiler. Kapilaritas disebabkan oleh adanya gaya adhesi dan gaya kohesi antara zat cair dengan dinding pipa kapiler sehingga jika pembuluh kaca masuk ke dalam zat cair menyebabkan permukaan zat cair menjadi tidak rata atau tidak sama. Pengaruh gaya adhesi dan kohesi terhadap kapilaritas ialah zat cair akan naik ke

dalam pipa kapiler apabila zat cair membasahi tabung yaitu ketika gaya adhesi zat cair lebih besar dari pada gaya kohesi. Hal ini disebabkan gaya tegangan permukaan sepanjang dinding tabung bekerja ke arah atas. Ketinggian maksimum terjadi pada saat gaya tegangan permukaan setara atau sama dengan berat zat cair yang berada dalam pipa kapiler. Permukaan zat cair akan turun apabila zat cair tidak membasahi tabung yaitu pada saat gaya kohesi lebih besar daripada gaya adhesi.

Ketika permukaan zat cair naik di dalam pipa kapiler sudut kontak yang terbentuk kurang dari  $90^0$  dan ketika permukaan zat cair turun di dalam pipa kapiler maka sudut kontak yang terbentuk lebih dari  $90^0$ . Sudut kontak merupakan sudut yang terbentuk oleh lengkungan. Kohesi merupakan gaya tarik menarik antara molekul-molekul dalam zat sejenis. Adhesi merupakan gaya tarik menarik antara molekul zat yang tidak sejenis.

## 2.9 Penelitian Terkait Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu yang dipublikasikan dan berkaitan dengan topik rencana penelitian ini diantaranya dapat dipaparkan secara tabelaris sebagaimana terlihat pada :

**Tabel 2.4** Penelitian terdahulu yang berkaitan

Peneliti	Tahun	Judul	Isi Penelitian
S.De Marco, J.C. Holden, L.R. Pardo, K.McManus	1998	<i>Application of Moisture Barriers for Expansive Soils</i>	Studi dilakukan terhadap penggunaan konstruksi <i>moisture barrier</i> untuk meminimalkan <i>differensial movement</i> lapis perkerasan jalan yang dibangun di atas lapis tanah dasar tanah ekspansif. Dua tipe <i>moisture barrier</i> yang diteliti, yaitu dengan <i>geomembran barrier</i> untuk tanah ekspansif alluvial, dan dengan sementasi tirai ( <i>curtain grouting</i> ) kapur dan abu terbang untuk tanah ekspansif residual. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa biaya untuk <i>curtain grouting barrier</i> lebih mahal dari <i>geomembran barrier</i> .
Mohammad Asri Bin Abd Rahim dan Miguel Picornell	1989	<i>Moisture Movement under the Pavement Structure</i>	Penelitian dilatar belakangi oleh hasil monitoring kinerja <i>moisture barrier</i> pada beberapa jalan di Texas yang hasilnya kontradiktif. Disatu sisi adanya <i>moisture barrier</i> menyebabkan penurunan tingkat kekasaran jalan, namun di sisi lain menunjukkan peningkatan tingkat kekerasan. Dari pengamatan peneliti ditemukan bahwa karena adanya pengaruh iklim menyebabkan tanah ekspansif retak-retak menjadi blok-blok tanah. Infiltrasi

Heather Beata Dye	2008	<i>Moisture Movement through Expansive Soil and Impact on Performance of Residential Structures (Dissertation)</i>	<p>air ke dalam tanah ekspansif jauh lebih lambat dibandingkan melalui retakan-retakan ini. Dengan fenomena ini akhirnya muncul gagasan untuk meneliti berbagai model moisture barrier dengan perlakuan blok-blok tanah. Output penelitian ini adalah pembuatan model berbasis computer untuk memprediksi infiltrasi air melalui retakan tanah maupun ke dalam lapisan tanah ekspansif di bawah lapis perkerasan jalan.</p> <p>Gagasan penelitian ini didorong oleh besarnya tantangan dampak buruk tanah ekspansif pada konstruksi bangunan permukiman. Sumber masalah yang teramati adalah peran <i>suction</i> yang sangat besar dan secara substansi berhubungan dengan perubahan volume tanah.</p> <p>Tujuan utama penelitian mencakup :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi kedalaman pembasahan tanah di bawah fondasi bangunan dan di bawah tanah kosong.</li> <li>- Identifikasi aturan pelaksanaan lokal</li> <li>- Identifikasi faktor-faktor yang berhubungan dengan kerusakan bangunan</li> <li>- Membuat penilaian terhadap kinerja pondasi bangunan</li> </ul> <p>Sedang outputnya akan mempresentasikan model metode numerik pergeseran air dalam tanah ekspansif dalam konteks <i>slab-on-grade</i> struktur permukiman.</p>
Robert Lytton, Charles Aubeny, dan Rifat Bulut	2005	<i>Design Procedure for Pavement on Expansive Soils : Volume 1</i>	<p>Penelitian ini merupakan penyempurnaan dan review terhadap prosedur eksisting untuk memprediksi pengembangan tanah yang umumnya mengacu pada prosedur estimasi <i>potensial vertikal rise</i> (PVR) hasil pengembangan McDowell pada tahun 1956 untuk menjawab pertanyaan dan tuntutan</p>

			<p>praktisi lapangan. Dalam penelitian ini dilakukan evaluasi terhadap lima asumsi yang digunakan prosedur lama, yaitu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanah pada semua kedalaman mempunyai akses untuk kondisi kapilaritas air</li> <li>- Regangan pengembangan vertikal adalah sepertiga perubahan volume tanah dari seluruh kedalaman</li> <li>- Bentuk dan pemadatan tanah di laboratorium cukup merepresentasikan kondisi tanah di lapangan</li> <li>- Nilai PVR sebesar 0,5 inchi menyebabkan ketidakamanan kualitas pengendara</li> <li>- Perubahan volume dapat diprediksi dengan hanya menggunakan parameter indeks plastisitas sendiri.</li> </ul> <p>Output penelitian ini adalah prosedur alternatif termasuk ketentuan-ketentuan untuk mengukur dan mengestimasi parameter input tanah dan lingkungan yang diperlukan dalam memprediksi pengembangan tanah dan dampak deformasinya pada kinerja jalan.</p>
--	--	--	--

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

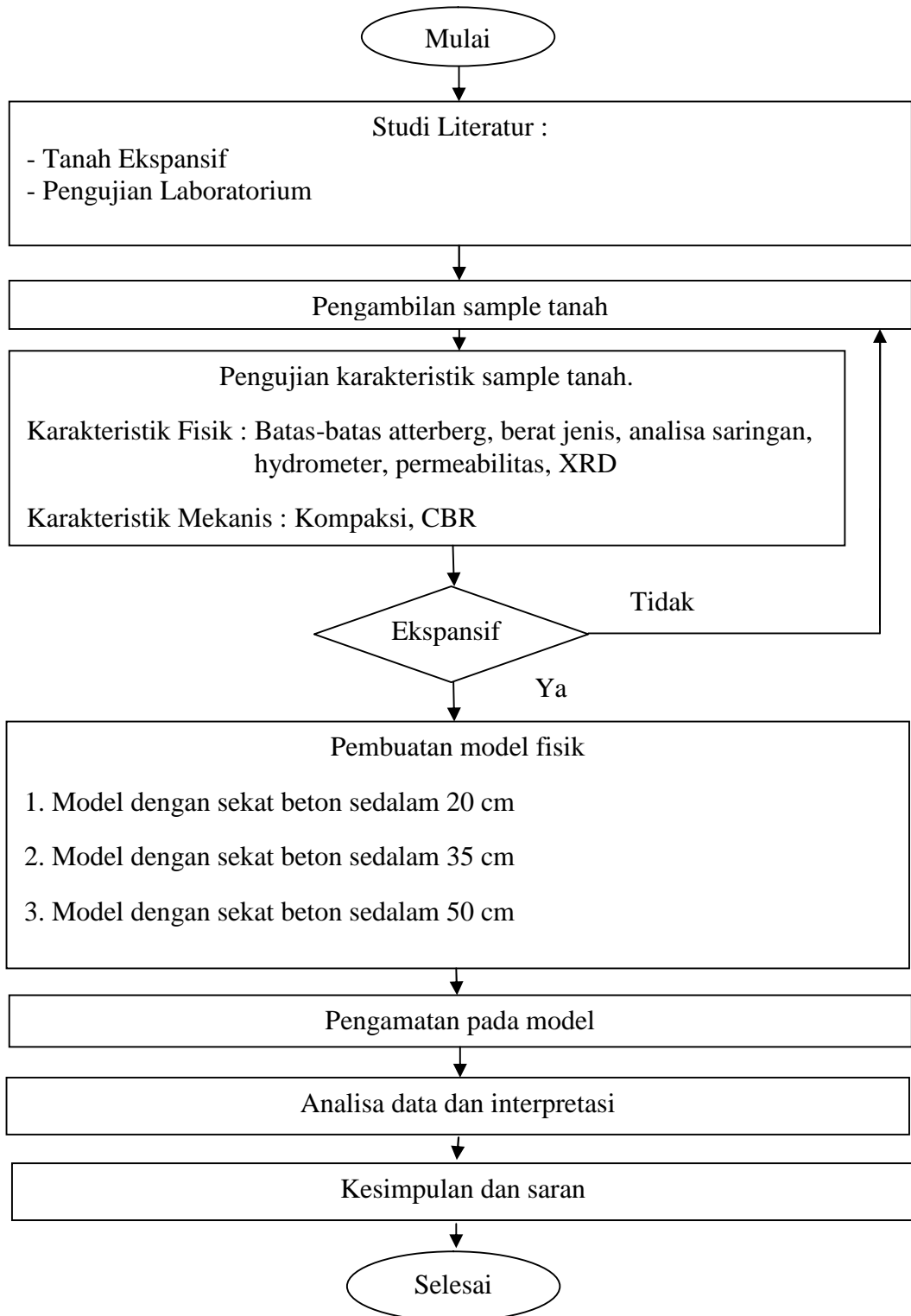
#### **3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hassanudin sedangkan sampel yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kecamatan Siwa, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan (Km 251+800). Adapun waktu penelitian dalam percobaan ini dimulai dari bulan Mei 2015 sampai Desember 2015.

#### **3.2 Kerangka Alir Penelitian**

Untuk mempermudah dalam proses penelitian ini maka dibuat kerangka alir penelitian yang berfungsi sebagai acuan dalam penelitian ini. Kerangka alir penelitian ini juga dibuat untuk membuat prosedur penelitian berjalan secara sistematis, sehingga mempermudah dalam proses penelitian dari awal penelitian sampai selesainya penelitian ini.

Adapun kerangka alir penelitian pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Kerangka Prosedur Penelitian



Adapun tahapan – tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam laboratorium adalah sebagai berikut :

1) Pengujian karakteristik tanah

a. Pengujian sifat fisik tanah

- Kadar air (*Water Content*) (SNI 1965-2008)
- Berat jenis (*Specific Gravity*) (SNI 1964-2008)
- Batas-batas Atterberg (Batas Cair (SNI 1967-2008), Batas Plastis (SNI 1966-2008, Batas Susut (SNI 3422-2008))
- Distribusi ukuran butir tanah (Analisa Ayakan & Hydrometer (SNI 3423-2008))
- Permeabilitas
- XRD (*X-Ray Diffraction*)

b. Pengujian sifat mekanis tanah

- Pemadatan Standar Proctor (SNI 1742-2008)
- CBR (*California Bearing Ratio* (SNI 1744-2012))

2) Perancangan pembuatan model fisik :

- a. Model tanah ekspansif dengan variasi sekat beton
- b. Pengamatan model

### **3.3 Penyiapan Bahan dan Alat**

#### **3.3.1 Persiapan tanah**

Tanah yang akan digunakan pada penelitian ini diambil dari Kecamatan Siwa, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan (Km 251+800). Tanah yang telah

diambil kemudian dimasukkan ke dalam karung, dikeluarkan dan dibersihkan dari kotoran berupa akar-akar, ranting-ranting tanaman dan benda padat lain seperti batu-batu kecil. Setelah dibersihkan tanah dijemur sampai kering kemudian di hancurkan dengan cara ditumbuk sampai halus kemudian disaring dengan saringan no.4. Setelah tanah lolos saringan no.4, tanah kemudian disimpan untuk diuji dan dijadikan model.

### 3.3.2 Persiapan alat pengujian

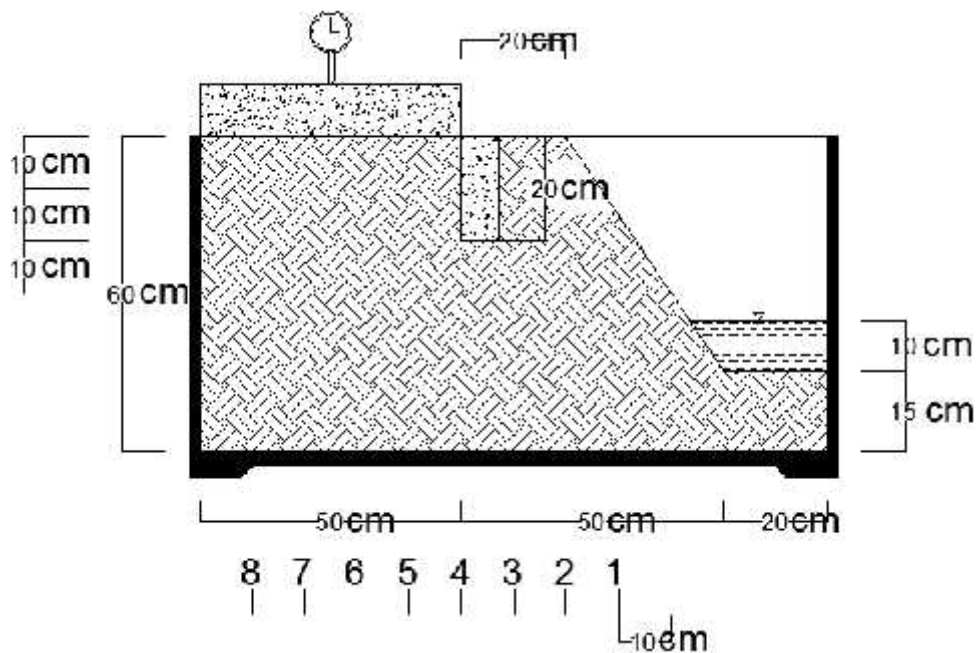
Kegiatan penyiapan alat dimaksudkan sebagai penunjang didalam penelitian untuk mendapatkan hasil-hasil dari sifat bahan, dan pengujian benda uji.

- a. Alat pengukuran sifat fisik tanah : Alat kadar air, alat pengujian berat jenis tanah, alat pengujian batas-batas atterberg, alat uji analisis hydrometer dan alat uji analisa saringan.
- b. Alat pengujian sifat mekanis tanah : Alat pengujian kompaksi, dan alat pengujian CBR
- c. Bak pengujian model tanah ekspansif sebagai subgrade dengan variasi sekat beton sebagai barrier.
- d. Pembebanan : Pemberian beban pada tanah dibuat dari beton
- e. Pembacaan perubahan ketinggian tanah : Perubahan ketinggian tanah dari model uji diukur dengan menggunakan dial indikator (*dial gauge*).

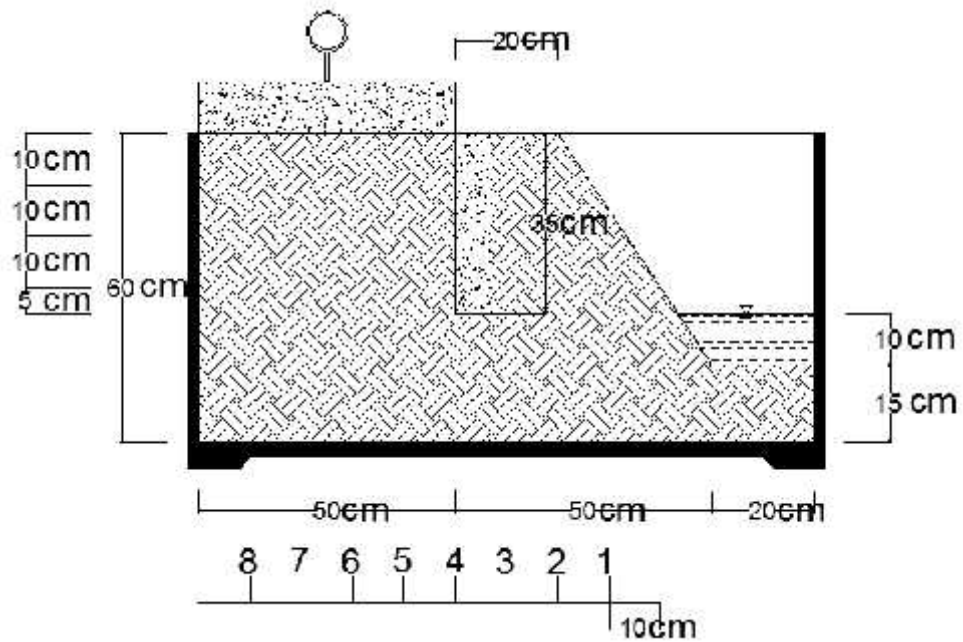
### 3.4 Desain Pemodelan Fisik

Seperti pada gambar, tanah ekspansif dimodelkan sebagai subgrade dengan sekat beton sebagai barrier. Sekat beton yang digunakan divariasikan menjadi tiga, masing-masing kedalaman sekat beton ialah 15 cm diatas permukaan air, tepat pada permukaan air, dan 15 cm dibawah permukaan air. Beban yaitu 3 kPa, ketinggian air 10 cm, dan ketebalan sekat beton 7 cm.

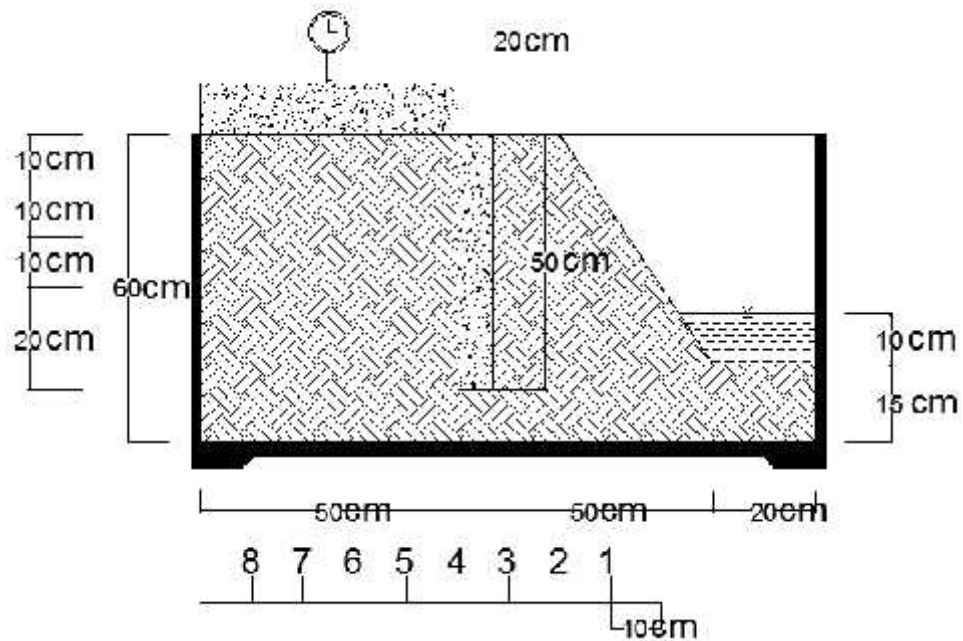
Berikut adalah gambar dari rancangan model fisik dengan variasi kedalaman sekat beton yang direncanakan :



**Gambar 3.2** Model dengan sekat beton kedalaman 20 cm



**Gambar 3.3** Model dengan sekat beton kedalaman 35 cm



**Gambar 3.4** Model dengan sekat beton kedalaman 50 cm

### **3.5 Pengamatan Model**

Pada penelitian ini model yang telah dibuat akan diamati selama beberapa hari sampai ketinggian air kapiler dalam tanah tidak mengalami kenaikan lagi. Adapun yang diamati pada pengamatan ini ialah ketinggian air kapiler pada masing-masing titik pengamatan yaitu pada titik 1 sampai titik 8 dan kenaikan atau pengembangan vertikal tanah dibawah beban.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Siwa, Kecamatan Pitumpanua, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, sampel tanah ini diambil di Km 253+070 dari Makassar. Jenis tanah pada lokasi pengambilan sampel merupakan tanah ekspansif yang menyebabkan kerusakan pada beberapa ruas jalan di sekitar lokasi.

Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil studi sebelumnya atas kerjasama Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI Makassar pada tahun 2014, untuk pekerjaan Penyelidikan Tanah pada 2 (dua) Ruas Jalan: Sidrap – Kalola – Anabanua dan Tarumpakae – Batas Luwu Selatan

#### **4.1 Hasil Pengujian Sifat Indeks Tanah**

Penelitian awal terhadap sampel tanah ialah pengujian untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah atau karakteristik sampel tanah yang akan digunakan sebagai pemodelan. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Adapun hasil yang diperoleh pada pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

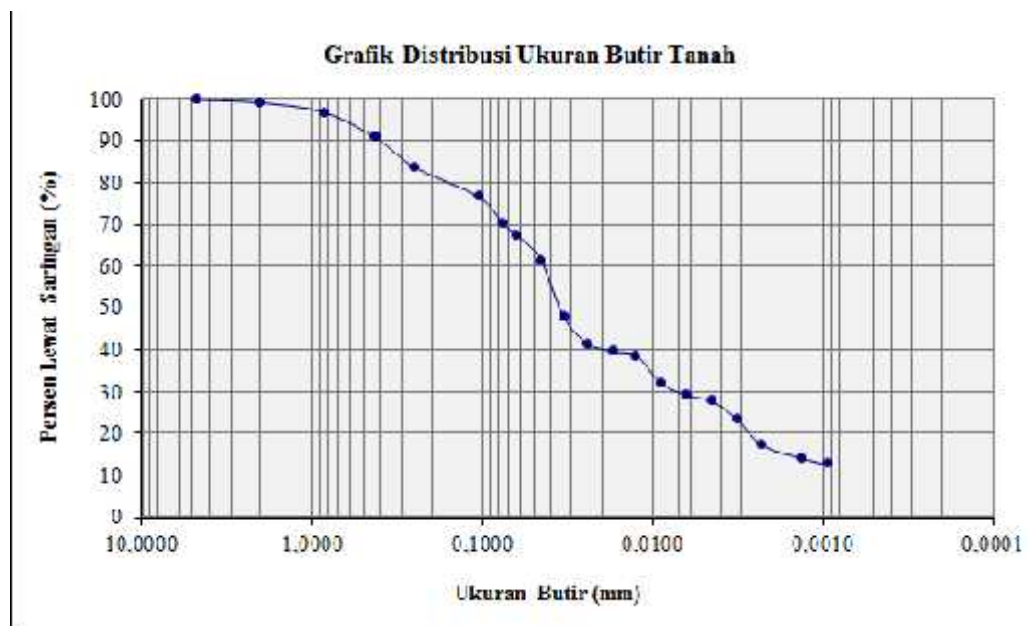
**Tabel 4.1** Hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah

Sifat Indeks	Jumlah Pengujian	Hasil Pengujian
a. Analisa Pembagian Butir <sup>*)</sup>		
Fraksi kerikil ( <i>gravel</i> )	3	0,18 %
Fraksi pasir ( <i>sand</i> )	3	29,78 %
Fraksi lanau-lempung	3	70,04 %
Fraksi lempung	3	16,272 %
b. Konsistensi dan Aktifitas		
Batas cair (LL)	15	75,41 %
Batas plastis (PL)	15	43,95 %
Indeks plastisitas (PI)	15	31,46 %
Batas susut (SL)	3	16,56 %
Aktifitas (A)	3	1,93
c. Berat jenis (Gs)	3	2,542
d. Kepadatan kering maks. ( $\rho_d$ )	5	1,367 gr/cm <sup>3</sup>
e. Kadar air optimum ( $w_{opt}$ )	5	32,61 %
f. Koefisien permeabilitas	3	0,00001711 cm/detik
g. Derajat ekspansifitas <sup>**)</sup>	5	Tinggi – Sangat Tinggi
h. Klasifikasi Tanah		
USCS		MH
AASHTO		A-7-5 (25)

<sup>\*)</sup> berdasarkan klasifikasi tanah sistem USCS

<sup>\*\*)</sup> berdasarkan klasifikasi Chen serta Holtz dan Gibbs

Gambaran distribusi ukuran partikel sampel tanah sebagaimana terlihat pada Gambar diperoleh melalui pengujian analisa saringan dengan metode pembilasan (*washing sieve analysis*) untuk ukuran partikel tanah yang lebih besar dari ayakan No. 200 (75 $\mu$ m), sedang untuk ukuran partikel tanah yang lebih kecil diperoleh dengan pengujian hidrometer.



**Gambar 4.1** Distribusi ukuran partikel tanah

Dari gambar distribusi ukuran partikel tanah di atas dapat terlihat bahwa secara kuantitatif fraksi lanau (*silt*) mendominasi proporsi dari sampel tanah ini, dan hal ini sesuai dengan pengklasifikasian tanah menurut sistem *Unified Soil Classification System* (USCS) dengan menggolongkan jenis tanah tersebut sebagai MH (lanau inorganik plastisitas tinggi).

Pengujian *California Bearing Ratio* dengan metode rendaman (*Soaking CBR*) juga dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sifat mekanis tanah



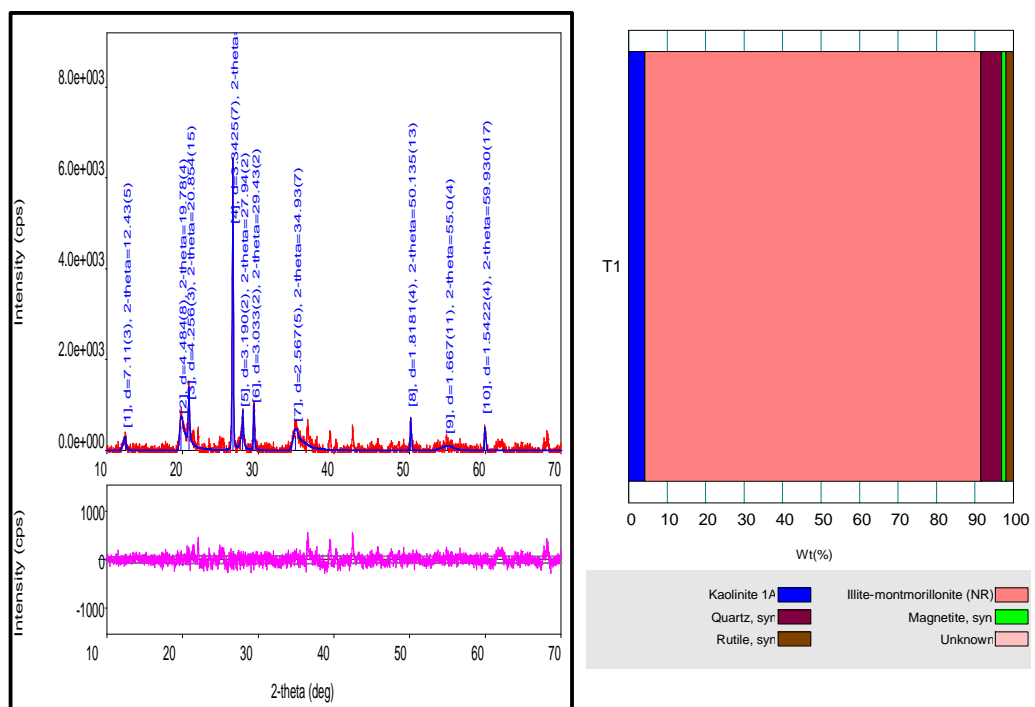
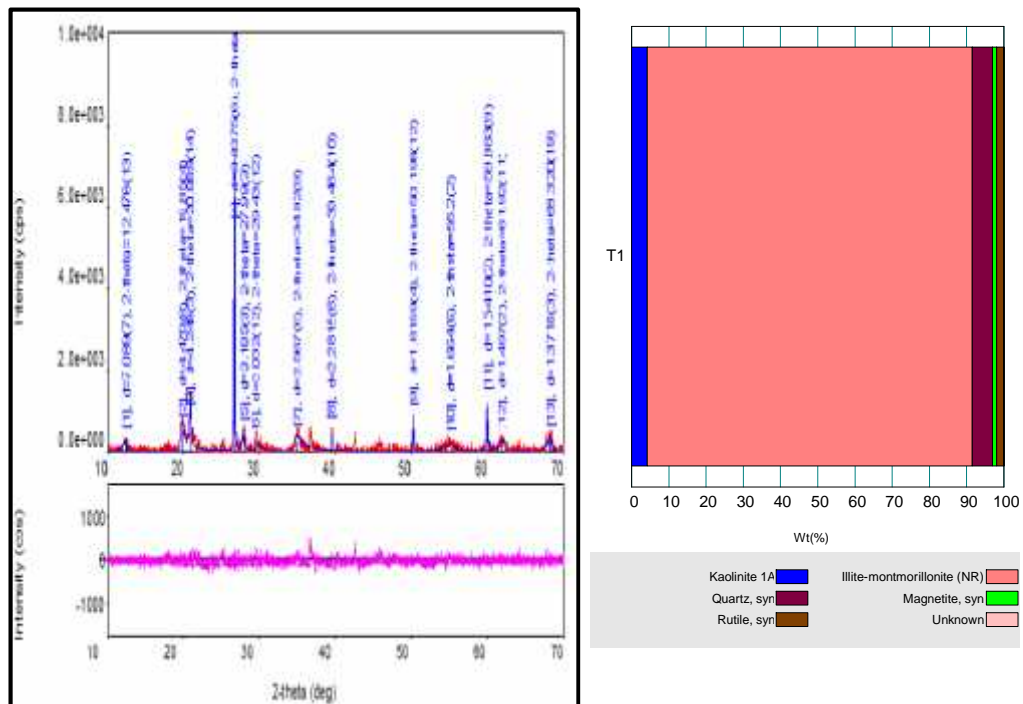
(*engineering properties*), menyangkut daya dukung dan juga karakter pengembangan (*swelling*) contoh tanah tersebut. Pengujian telah dilakukan sebanyak 3 kali sehingga didapatkan nilai rata-rata CBR sebesar 0,506% dan nilai rata-rata pengembangan bebas (*swelling*) sebesar 4,690%.

#### **4.2 Identifikasi Mineral Lempung dengan *X-Ray Diffraction***

Pengujian terhadap tanah juga dilakukan dengan mengeksplorasi komponen-komponen mikro pendukung pada tanah tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk lebih memperjelas jenis tanah yang akan diteliti. Pengujian ini juga memberikan informasi mengenai kuantitas jenis komponen-komponen mikro pendukung tanah atau mineral-mineral yang terkandung di dalam tanah yang diteliti.

Pengujian untuk mengidentifikasi komponen atau mineral yang terkandung dalam tanah berbutir halus dapat dilakukan dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer (XRD Method)*. Pengujian difraksi sinar-X untuk setiap benda uji menghasilkan grafik analisis struktur tanah. Dari grafik hasil pembacaan difraksi tersebut dapat diidentifikasi mineral yang terkandung dalam tanah, baik mineral lempung (*clay minerals*) maupun mineral bukan lempung (*non clay minerals*).

Hasil pengujian *X-Ray Diffraction* yang dilakukan sebanyak 2 kali terhadap sampel tanah yang diambil berupa hubungan antara intensitas dan sudut difraksi (2  $\theta$ ) dapat dilihat pada Gambar berikut ini.



Dari gambar grafik di atas teridentifikasi kandungan dan proporsi baik mineral-mineral lempung maupun bukan mineral lempung dalam 2 sampel tanah yang diuji sebagaimana masing-masing terlihat dalam Tabel dan Tabel di bawah ini.

**Tabel 4.2** Kandungan mineral dan bukan mineral lempung (sampel 1)

Jenis Kandungan	Formulasi Kimia	Konten (%)
Kaolinite 1A	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	4
Illite – montmorillonite (NR)	$\text{KAl}_4(\text{Si},\text{AL})_8\text{O}_{10}(\text{OH})_4 \cdot 4$	87
Quartz, syn	$\text{SiO}_2$	5
Magnetite, syn	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	1,1
Rutile, syn	$\text{TiO}_2$	2,0

**Tabel 4.3** Kandungan mineral dan bukan mineral lempung (sampel 2)

Jenis Kandungan	Formulasi Kimia	Konten (%)
Kaolinite 1A	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	4,6
Illite – montmorillonite (NR)	$\text{KAl}_4(\text{Si},\text{AL})_8\text{O}_{10}(\text{OH})_4 \cdot 4$	82
Iron diiron (III) oxide, Magnetite	$\text{Fe}_3\text{O}_4$	8,5
Rutile, syn	$\text{TiO}_2$	1,8
Quartz, syn	$\text{SiO}_2$	0,3
Corundum, syn	$\text{Al}_2\text{O}_3$	2,5

Dari hasil *X-Ray Diffractometer* diketahui bahwa jenis mineral yang terkandung dalam sampel tanah yang diuji didominasi oleh mineral lempung

yakni *kaolinite*, *illite* dan *montmorillonite*, sebagian kecil mineral logam seperti *magnetite*, *rutile*, *iron oxide* dan *corundum*, serta porsi yang lebih kecil adalah *quartz*.

Kandungan mineral lempung *kaolinite*, *illite* dan *montmorillonite* yang dominan dalam tanah membuat tanah memiliki karakter plastisitas yang tinggi, potensi pengembangan yang besar, permeabilitas yang rendah, kompresibilitas tinggi, kohesif, daya dukung yang rendah dan sudut gesek dalam yang kecil. Dari hasil laboratorium yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1 di depan khusus untuk nilai aktifitas tanah sebesar 1,93 menunjukkan bahwa kandungan mineral lempung yang terdapat pada tanah ditandai sebagai *illite-montmorillonite* (NR) dan dalam Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 pada dasarnya tanah memiliki kadar *montmorillonite* yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan kriteria yang tercantum dalam buku “*Principles of Geotechnical Engineering*”, edisi 7, tahun 2010, karangan Braja M. Das pada Tabel 4.1 di halaman 80 sebagaimana dicantumkan dalam Tabel 4.4 berikut ini.

**Tabel 4.4** Karakteristik mineral lempung

Mineral	Liquid Limit (LL)	Plastic Limit (PL)	Activity (A)
Kaolinite	35-100	20-40	0,3-0,5
Illite	60-120	35-60	0,5-1,2
Montmorillonite	100-900	50-100	1,5-7,0
Halloysite (Hydrated)	50-70	40-60	0,1-0,2
Halloysite (Dehydrated)	40-55	30-45	0,4-0,6
Attapulgite	150-250	100-125	0,4-1,3
Allophane	200-250	120-150	0,4-1,3

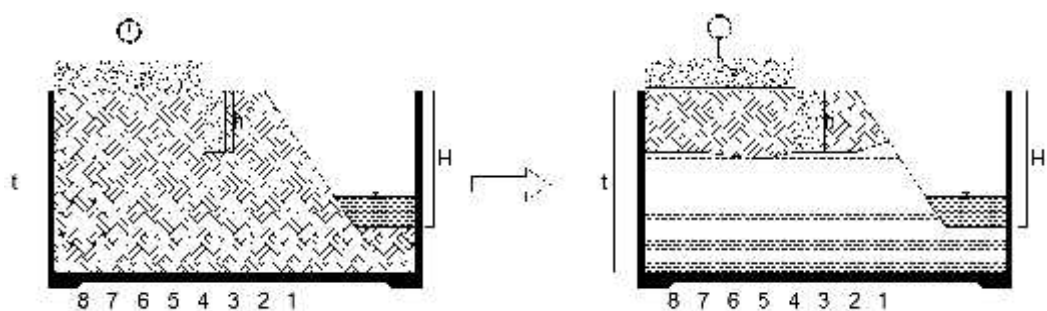
Nilai aktifitas (A) tanah lempung normal berkisar antara 0,75 – 1,25, bila nilai A dibawah 0,75 dikatakan tanah lempung tersebut tidak aktif sedang jika nilai A diatas 1,25 maka tanah lempung tersebut dikategorikan aktif. Nilai A = 1,93 pada sampel tanah yang diuji menunjukkan tanah lempung tersebut aktif dan berpotensi terjadinya kembang-susut yang relatif besar.

### 4.3 Hasil Pengamatan Model Fisik

Pengamatan pada model fisik dilakukan dengan cara mencatat ketinggian air yang merembes pada masing-masing model sampai ketinggian air kapiler tidak mengalami kenaikan lagi. Selain ketinggian air pada masing-masing model juga diamati pengembangan vertikal yang terjadi pada tanah yang ada dibawah model perkerasan. Berikut hasil dari pengamatan masing-masing model fisik.

#### 4.3.1 Hasil pengamatan model dengan sekat beton sedalam 20 cm

Model dengan sekat beton sedalam 20 cm adalah model dengan kedalaman sekat beton yang paling kecil dari variasi sekat beton yang dilakukan pada model fisik. Berikut adalah hasil dari pengamatan model dengan sekat beton sedalam 20 cm :

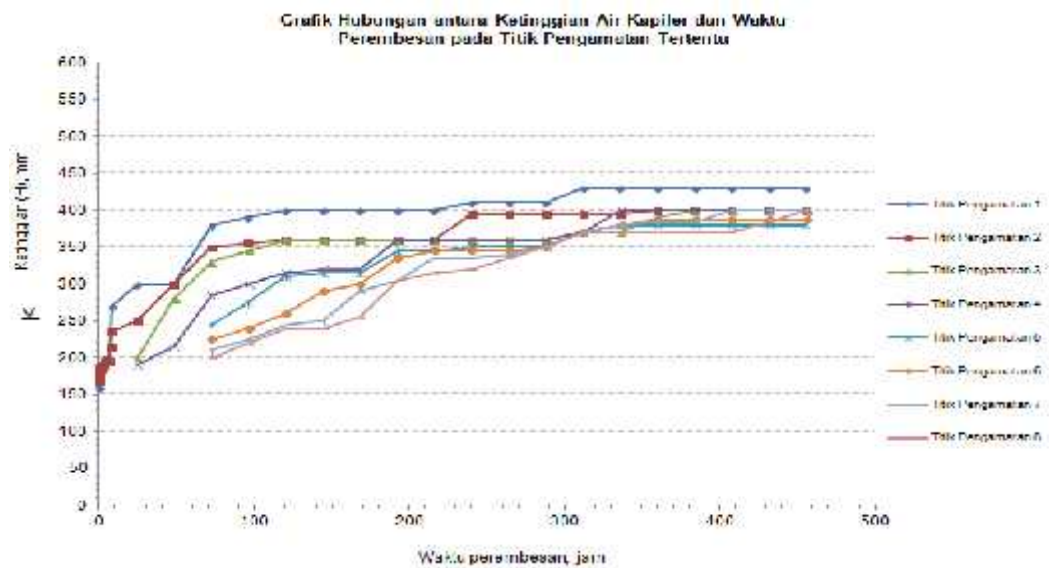


**Gambar 4.4** Rembesan air pada model dengan sekat sedalam 20 cm

**Tabel 4.5** Ketinggian rembesan dan swelling pada model dengan sekat 20 cm

t = tinggi air kapiler
------------------------

Sedangkan waktu perembesan air pada pada tiap titik pengamatan pada model dengan sekat sedalam 20 cm dapat dilihat pada grafik berikut ini :



**Gambar 4.6** Grafik hubungan antara ketinggian air kapiler dan waktu perembesan pada titik pengamatan tertentu untuk model dengan sekat 20 cm.

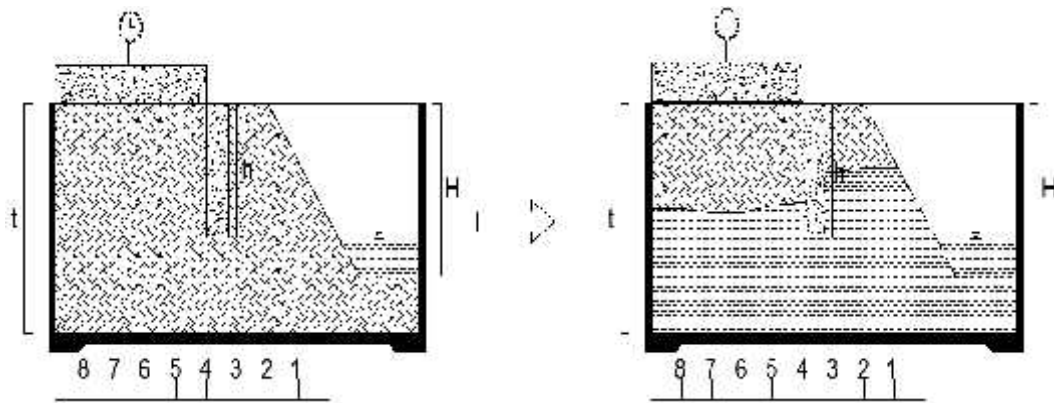
Adapun laju pengembangan vertikal pada tanah yang terbebani oleh beban dapat dilihat pada grafik berikut :



**Gambar 4.7** Grafik laju pengembangan tanah pada tanah untuk model dengan sekat sedalam 20 cm

#### 4.3.2 Hasil pengamatan model dengan sekat beton sedalam 35 cm

Model dengan sekat beton sedalam 35 cm adalah model dengan kedalaman sekat beton antara yang paling dangkal dan paling dalam dari variasi sekat beton yang dilakukan pada model fisik. Berikut adalah hasil dari pengamatan model dengan sekat beton sedalam 35 cm :



**Gambar 4.8** Rembesan air pada model dengan sekat sedalam 35 cm

Adapun ketinggian akhir air kapiler pada model dengan sekat sedalam 35 cm dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

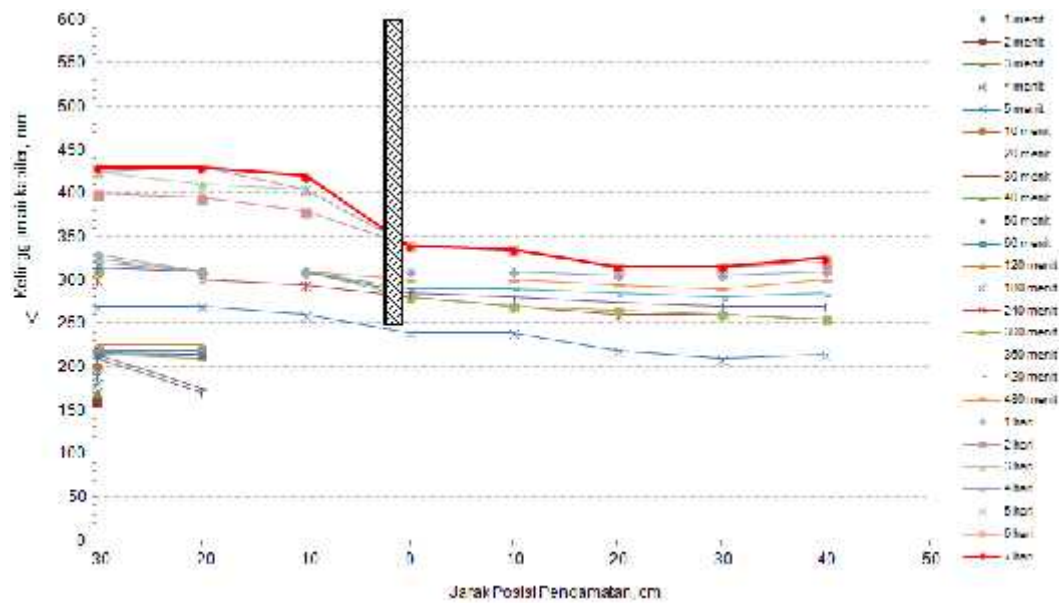
**Tabel 4.6** Ketinggian rembesan dan swelling pada model dengan sekat 35 cm

	1	2	3	4	5	6	7	8	Pengembangan
t(cm)	43	43	42	34	33,5	31,5	31,5	32,5	0,6175

t = tinggi air kapiler

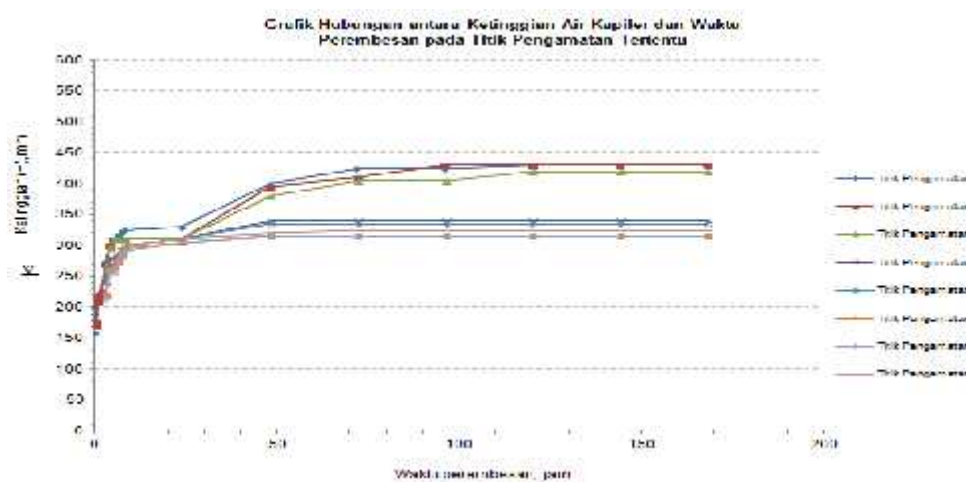
Ketinggian air kapiler dan jarak tempuh air tersebut dalam jangka waktu tertentu pada model dengan sekat sedalam 35 cm juga dapat dilihat pada grafik di bawah ini :





**Gambar 4.9** Grafik hubungan ketinggian air kapiler dan jarak tempuh pada saat tertentu untuk model dengan sekat sedalam 35 cm

Sedangkan waktu perembesan air pada pada tiap titik pengamatan pada model dengan sekat sedalam 35 cm dapat dilihat pada grafik berikut ini :



**Gambar 4.10** Grafik hubungan antara ketinggian air kapiler dan waktu perembesan pada titik pengamatan tertentu untuk model dengan sekat 35 cm

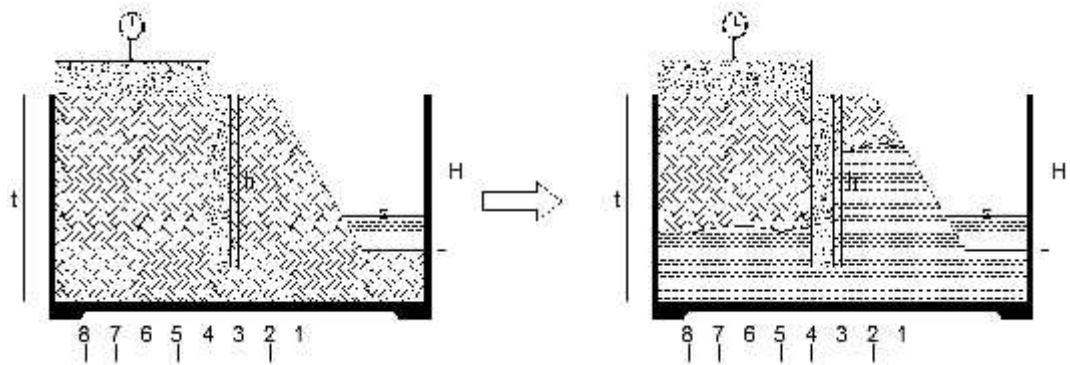
Adapun laju pengembangan vertikal pada tanah yang terbebani oleh beban dapat dilihat pada grafik berikut :



**Gambar 4.11** Grafik laju pengembangan tanah pada tanah untuk model dengan sekat sedalam 35 cm

#### 4.3.3 Hasil pengamatan model dengan sekat beton sedalam 50 cm

Model dengan sekat beton sedalam 50 cm adalah model dengan kedalaman sekat beton paling dalam dari variasi sekat beton yang dilakukan pada model fisik. Berikut adalah hasil dari pengamatan model dengan sekat beton sedalam 50 cm :



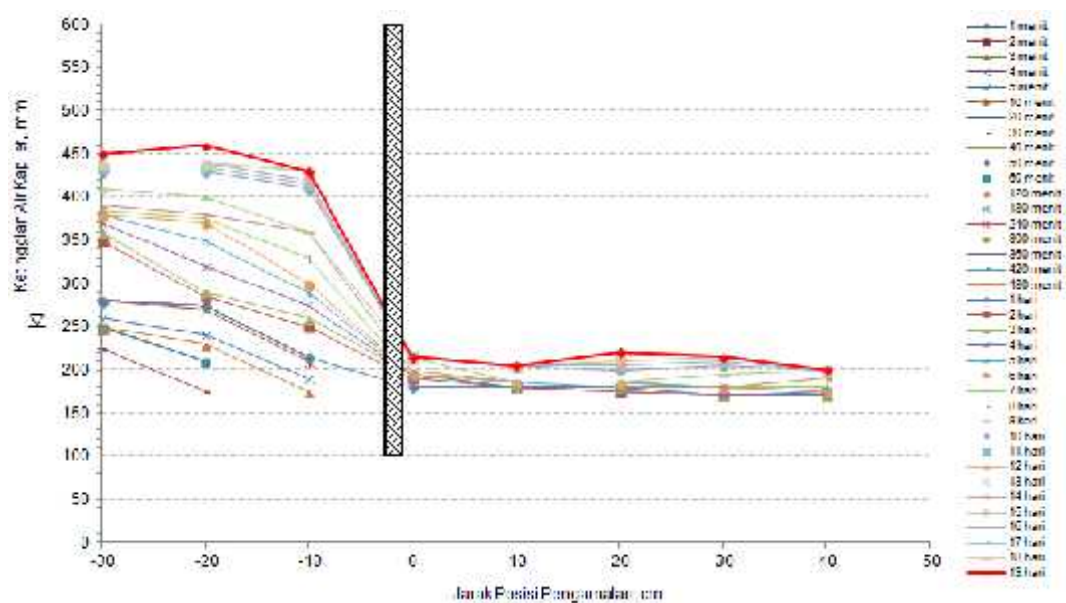
**Gambar 4.12** Rembesan air pada model dengan sekat sedalam 50 cm

**Tabel 4.7** Ketinggian rembesan dan swelling pada model dengan sekat 50 cm

	1	2	3	4	5	6	7	8	Pengembangan
t(cm)	45	46	43	21,5	20,5	22	21,5	20	0,228

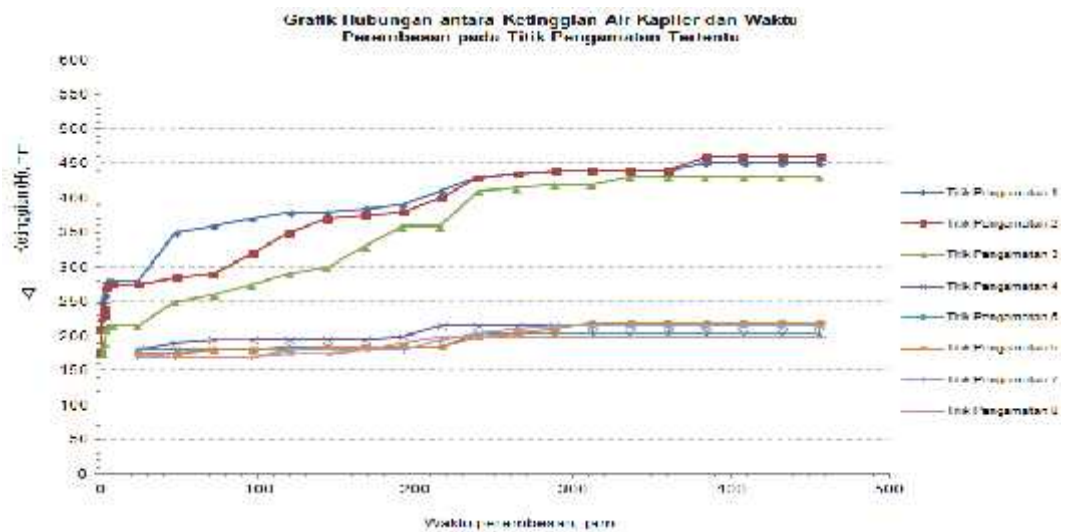
t = tinggi air kapiler

Ketinggian air kapiler dan jarak tempuh air tersebut dalam jangka waktu tertentu pada model dengan sekat sedalam 50 cm juga dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



**Gambar 4.13** Grafik hubungan ketinggian air kapiler dan jarak tempuh pada saat tertentu untuk model dengan sekat sedalam 50 cm

Sedangkan waktu perembesan air pada pada tiap titik pengamatan pada model dengan sekat sedalam 50 cm dapat dilihat pada grafik berikut ini :



**Gambar 4.14** Grafik hubungan antara ketinggian air kapiler dan waktu perembesan pada titik pengamatan tertentu untuk model dengan sekat 50 cm

Adapun laju pengembangan vertikal pada tanah yang terbebani oleh beban dapat dilihat pada grafik berikut :

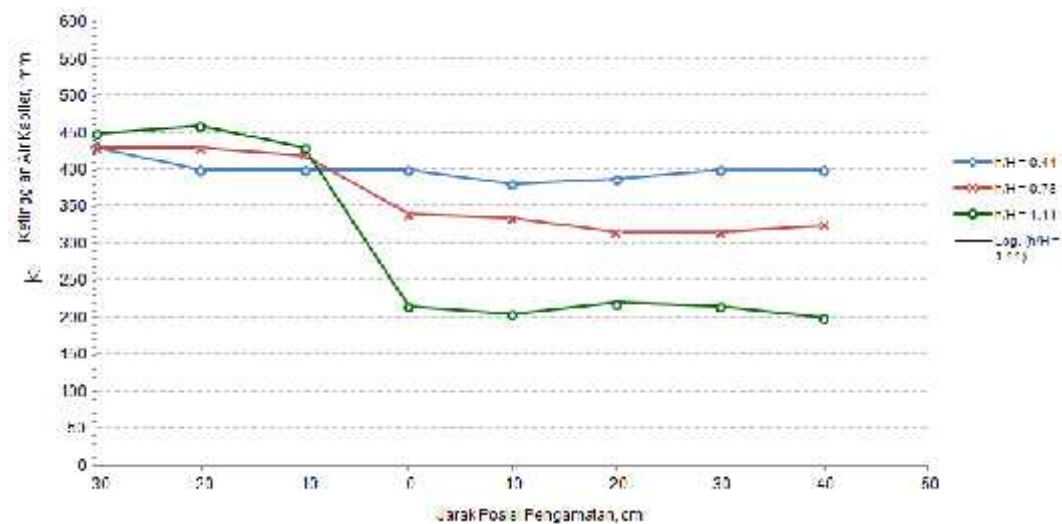


**Gambar 4.15** Grafik laju pengembangan tanah pada tanah untuk model dengan sekat sedalam 50 cm

#### 4.3.4 Perbandingan hasil pengamatan model dengan variasi kedalaman sekat

Dari pengamatan terhadap model dengan variasi kedalaman sekat beton, maka didapat perbedaan ketinggian akhir air yang merembes pada model dan perbedaan pengembangan vertikal pada model dengan variasi kedalaman sekat beton.

Perbedaan ketinggian air yang merembes pada model dengan variasi sekat beton dapat dilihat pada grafik berikut :

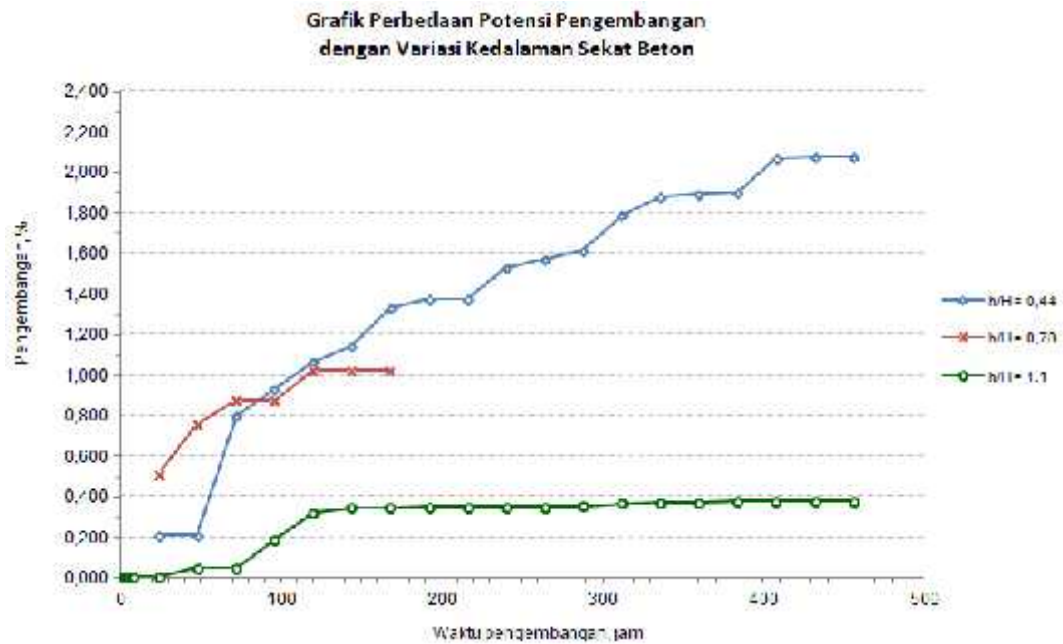


**Gambar 4.16** Perbedaan ketinggian akhir air kapiler pada model dengan variasi kedalaman sekat beton

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa perbedaan kedalaman sekat beton mempengaruhi ketinggian akhir air yang merembes pada model. Kedalaman sekat beton dapat mereduksi rembesan air yang terjadi sehingga sekat beton yang memiliki kedalaman paling dalam yaitu 50 cm mempunyai potensi paling tinggi dalam mereduksi rembesan air yang terjadi sedangkan kedalaman sekat beton

yang paling dangkal yaitu kedalaman 20 cm memiliki potensi paling kecil dalam mereduksi rembesan air yang terjadi.

Perbedaan pengembangan vertikal yang terjadi pada model dengan variasi sekat beton juga dapat dilihat pada grafik berikut :



**Gambar 4.17** Grafik perbedaan potensi pengembangan dengan variasi kedalaman sekat beton

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa perbedaan kedalaman sekat beton mempengaruhi ketinggian pengembangan yang terjadi pada model. Pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 50 cm potensi pengembangan yang terjadi paling kecil, sedangkan pada model degan kedalaman sekat beton sedalam 20 cm potensi pengembangan yang terjadi paling besar.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian mengenai suction pada model tanah ekspansif yang berfungsi sebagai subgrade dengan variasi sekat beton sebagai hidro barrier maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tanah ekspansif memiliki beberapa karakteristik yang menunjukkan tanah itu ekspansif atau tidak. Pada percobaan ini sampel tanah yang lolos saringan no. 200 lebih dominan yaitu 70,04% dengan fraksi lempung sebesar 16,272%, batas cair 75,41%, batas plastis 43,95%, indeks plastisitas 31,46%, hal ini menunjukkan aktivitas pada tanah sebesar 1,93. Sedangkan untuk sifat mekanis tanah ini idapatkan CBR 0,506% dan swelling 4,69%.
2. Kedalaman sekat beton mempegaruhi kenaikan tinggi air kapiler dan potensi swelling pada tanah ekspansif. Hal ini disebabkan karena semakin dalam sekat beton maka kenaikan tinggi air kapiler yang terjadi semakin kecil sehingga potensi swelling yang terjadi juga semakin kecil. Pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 20 cm potensi swelling yang terjadi adalah 2,078%. Pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 35 cm potensi swelling yang terjadi adalah 1,029%. Sedangkan pada model dengan kedalaman sekat beton sedalam 50 cm potensi swelling yang terjadi adalah 0,38%.

## **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengambil waktu yang lebih lama dan variasi sekat beton yang lebih banyak.



## Daftar Pustaka

- Barbour, S.L. 1998. *The soil- water characteristic curve: a historical perspective Nineteenth Canadian Geotechnical Colloquium*. Canadian Geotechnical Journal. vol. 35. pp 873-894.
- Chen, F.H. 1975. *Foundations on Expansive Soils*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Das, Braja M. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering*. Edisi 7
- Gourley, C.S., Newill, D., and Schreiner, H.D. 1993. *Expansive Soils : TRL's Research Strategy, 1<sup>st</sup> International Symposium on Engineering Characteristics of Arid Soils*. City University, London.
- Holtz, W.G. and Gibbs, H.J. 1956. *Engineering Properties of Expansive Clay Transaction*, ASCE.
- Mitchell, J.K., 1992, *Fundamentals of Soil Behavior, Second edition*, Jhon Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Mochtar, I. B. (1994). *Rekayasa Penanggulangan Masalah Pembangunan pada Tanah-tanah Sulit*, Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS, Surabaya.
- Rogers, J. David, Olshansky, R., dan Rogers, Robert B., 2004, *Damage to Foundations from Expansive Soils*, hbc-consolidamentil.it., (Online), (<http://web.mst.edu/~rogersda/expansivesoil/>, diakses 22 Februari 2015).

Tugas, Agus. 2011. *Pengaruh Perubahan Kadar Air dan Suction Terhadap Perilaku Kembang Volumetrik Tanah Lempung Ekspansif*. Paper. UGM, Yogyakarta



# LAMPIRAN

# DOKUMENTASI KEGIATAN



Pengambilan Sampel





Pengujian Sifat Indeks Tanah



Pembuatan Model



Model



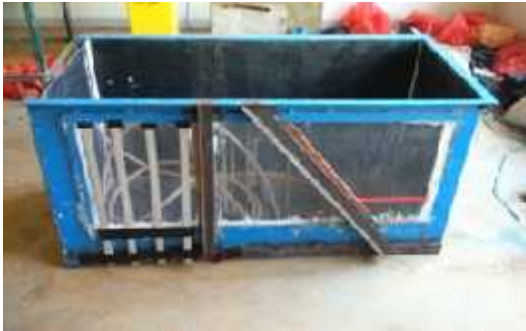




Pengamatan Model

Tabel Alat-alat Pengujian

	Nama Alat	Gambar
1	Pengujian berat jenis	
2	Pengujian batas-batas atterberg	
3	Alat uji analisa saringan dan hydrometer	
4	Alat pengujian kompaksi	

		
5	Alat pengujian CBR	
6	Alat pengujian permeabilitas	
7	Alat pengujian <i>X-Ray Diffraction</i>	

8	Bak pengujian model	
10	Beban	
11	Dial gauge	

12	Magnetic stand	
13	Sekat beton	